

Doména *Bacteria*

- **suchozemské a vodní** mikroorganismy; nejružnější typ prostředí
- většinou tvaru **tyček**, typ buňky je **prokaryotický**
- ribozómy obsahují **bakteriální typ rRNA**
- lipidy v buněčné membráně jsou převážně **diacylglyceroldiestery**

Historicko (praktické) ohlédnutí

- mikroskopická a makroskopická morfologie
- fyziologické vlastnosti
- = praktická klasifikace (založené na **fenotypové podobnosti**)

Taxonomie na základě **fylogenetické příbuznosti** - kromě fenotypových vlastností ještě chemotaxonomická, genetická a molekulárně-biologická data.

Nejvýznamnější skupiny bakterií dle v současnosti již neužívané klasifikace:

Helikální nebo zakřivené bakterie:

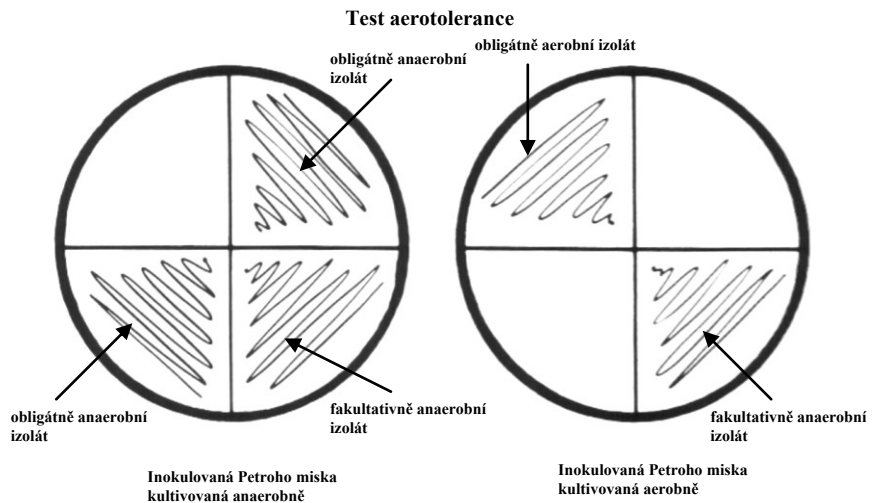
- **rozmanité** seskupení bakterií s typickou mikroskopickou morfologií
- **netvoří** endospory, plynné vakuoly, stélky ani prostéky, mnoho druhů **vytváří** poly- β -hydroxybutyrátová granula
- **pohyblivé** pomocí polárních bičíků nebo **nepohyblivé**
- **chemoorganotrofní, aerobní** nebo **mikroaerofilní**
- **vyskytují se** v půdě, sladké vodě, mořském i hyperslaném prostředí, v kalu, na kořenech rostlin, v reprodukčních orgánech, ve střevním traktu a ústní dutině člověka i zvířat.

Gramnegativní, aerobní/mikroaerofilní tyčky a koky:

- počtem **obrovská**, morfologicky a fyziologicky velmi heterogenní skupina
- striktně respiratorní metabolismus, konečným akceptorem elektronů je O_2
- **aerobní**, rostou v přítomnosti normální atmosféry (21% kyslíku)
- zástupci několika rodů mohou fixovat molekulární dusík.

Gramnegativní, anaerobní, rovné, zakřivené a helikální bakterie:

- zhruba souhlasí s čeledí *Bacteroidaceae*
- velmi **rozmanitá** skupina, ojedinele mikroaerofilní, nejednoznačně se barví, termorezistentní endospory (*Sporomusa*, barví se gramnegativně, patří do řádu *Clostridiales*); některé rody jsou termofilní a jiné extrémně halofilní
- osídlují **různá** prostředí (ústní dutina, střevní trakt, bahno, odpadní kal)



Bakterie redukující síran nebo síru:

- sférické, ovoidní, tyčkovitý tvar, spirální, zakřivené
- **kolonie** většinou žlutohnědé, růžové nebo načervenalé, občas i bílé
- **striktně anaerobní** (síran či síru redukující bakterie)
- **donor elektronů** - H_2 nebo organické látky
- bezkyslíkaté sedimenty, hlubinné vody; termofilní druhy se vyskytují v horkých pramenech a v podmořských hydrotermálních průduších

Anoxygenní fototrofní bakterie:

- sférický, spirální, tyčkovitý tvar nebo zakřivené tyčky
- **jednobuněčné**, ojedinele i mnohobuněčná **vlákna**
- **reprodukce** příčným dělením nebo pučením
- **fotosyntetické pigmenty**, chlorosomy
- znakem je přítomnost **bakteriochlorofylů** a **karotenoidních pigmentů**
- **fotoautotrofní** nebo **fotoorganotrofní**
- osídlují **bezkyslíkaté** vrstvy promáčených půd a rozmanitá vodní prostředí

Aerobní chemolitotrofní bakterie:

- fyziologicky **rozmanité** seskupení
- mohou být rozděleny do **tří** pododdělení

Bezbarvé, síru oxidující bakterie:

- o schopnost **oxidovat redukované** nebo částečně oxidované anorganické sírné látky
- o nemají taxonomickou příbuznost, pouze (eko)**fyziologicky podobné**
- o nalezeny **kdekoliv**, kde jsou redukované sírné sloučeniny
- o rozmanitá skupina, **morfologicky** jasně **definované** (buňky relativně velké a obsahují intracelulární síru)
- o patří do **α -**, **β -** nebo **γ -** skupiny proteobakterií

Bakterie oxidující a/nebo ukládající železo a mangan:

- o v charakteristických shlucích s jasně rozeznatelnými strukturami obarvenými oxidy železa nebo manganu
- o důležitá skupina bakterií **z prostředí**, často nekultivovatelná a klasifikována hlavně dle morfologie
- o **železité bakterie** tvoří mikroskopicky zřetelné úložky kovu: pouzdra, pochvy, stopky či jiné přichycovací struktury
- o **mangan oxidující** bakterie tvoří vrstvy oxidů manganu
- o magnetotaktické bakterie – magnetit, **magnetosomy**
- o z hlediska **metabolismu** je můžeme rozdělit na: (a) acidofilní chemolitotrofy; (b) mikroaerofilní chemolitotrofy nebo chemoorganotrofy ukládající oxidy železa ve stopkách nebo pochvách; (c) chemoorganotrofy využívající železité a manganové látky k vyvázání toxických kyslíkatých látek; (d) chemoorganotrofy, kteří ukládají oxidy v glykokalyxu
- o železité bakterie **osídlují tři** odlišné biotopy: (A) acidofilní chemolitotrofové, oxidující minerály sírníků v důlních vodách nebo ložiscích rud; (B) mikroaerofilní chemolitotrofové a organotrofové, kteří jsou především reprezentováni bakteriemi z vod (povrch sedimentů, vody s obsahem kovů); (C) chemoorganotrofové rozkládající organické železité látky

Nitrifikační bakterie:

- o **dušitany** oxidující bakterie, chemolitoautotrofní, mikrokolonie, nacházejí se především v aerobním prostředí
- o **amoniak** oxidující bakterie, chemoautotrofní, rozšířeny v různých půdách, oceánech, brakickém prostředí, řekách, jezerech, splaškových vodách

Pochvaté bakterie:

- dlouhá **mnohobuněčná** vlákna, **pochva** - umožňuje přichycení vlákna k pevným substrátům
- tvořena komplexem bílkovin, polysacharidů, lipidů; prodlužuje se **lineárně** z již existující pochvy
- může být **impregnována** hydroxidem železitým nebo manganatým
- osídluje **vodní prostředí** (jezera, říčky a prameny, čistírny odpadních vod)

Bakterie pučící a/nebo s přívěsky:

- **heterogenní** skupina bakterií
- široce **rozšířené** v půdních a vodních ekosystémech
- mají **přívěsky dvojího typu** (prostéka nebo stopka)
- **prostéka** je buněčný přívěsek **obsahující** cytoplazmu ohraničený buněčnou membránou i buněčnou stěnou organismu
- **stopka** se vztahuje k nebuněčnému přívěsku, **neobsahuje** cytoplazmu a není ohraničen buněčnou membránou
- množí se pučením

Prostékaté bakterie:

- **jednobuněčné** bakterie produkující jednu nebo více **prosték** na buňku
- množí se pučením nebo příčným dělením
- **heterotrofní**, metylotrofní, oligokarbofilní
- **všudypřítomné** v půdách, sladkých vodách i slaných prostředích

Nefotosyntetické bakterie s klouzavým pohybem:

- mají schopnost pohybovat se = **klouzavý pohyb**
- morfologicky i **fylogeneticky** heterogenní a naprosto nepříbuzné
- lze sem zařadit **zelené sírné bakterie**, klouzavé **cyanobakterie** a **sfigobakterie**
 - o gramnegativní, nenesou bičíky, pohyb vyžaduje kontakt s povrchem
 - o produkují sliz, slizová stopa
 - o odlišné složení mastných kyselin; menachinony
 - o produkují pigmenty, některé obsahují bakteriochlorofyl
- **mechanismus** klouzavého pohybu dosud nevysvětlen
- klouzavý pohyb může být **zjišťován** několika způsoby
- členěny do **tří** podskupin

Jednobuněčné tyčky s klouzavým pohybem:

- o **pleomorfní, pigmentované**
- o chemoorganotrofní
- o **degradují** jednu nebo několik biomakromolekul
- o **nacházejí se** v suchozemském prostředí, sladkých vodách i mořském prostředí, v čističkách odpadních vod
- o některé mohou být **patogenní**

Zploštělé vláknité bakterie s klouzavým pohybem:

- o **mnohobuněčná vlákna** (plochá než válcovitá)
- o pohyblivé klouzáním
- o chemoorganotrofní, 37 °C
- o **ústní dutina** teplokrevných obratlovců

Síru oxidující klouzavé bakterie:

- o velikost buněk je **rozmanitá**, vyskytují se většinou ve vláknech (**mnohobuněčné** organizmy)
- o pohyblivé klouzáním
- o **síra** je ukládána vnitřně v přítomnosti sirovodíku
- o zjištěny ve sladkovodním i mořském prostředí

GRAMNEGATIVNĚ SE BARVÍCÍ BAKTERIE MAJÍCÍ BUNĚČNOU STĚNU

Kmen *Proteobacteria*

- studium **fylogenetické příbuznosti** (DNA-rRNA hybridů, 16S rRNA katalogizací, sekvencováním genu pro 16S rRNA)
- fenotypově i genotypově **rozmanitá** skupina G- bakterií se jasně definovala na úrovni kmene – ***Proteobacteria***
- pět tříd, označení tříd začíná předponou „**Alpha-**“ až „**Epsilon-**“
- **největší** fylogeneticky jednotná skupina domény *Bacteria*
- **jsou to:** aerobní nebo mikroaerofilní tyčky, koky; anaerobní rovné, zakřivené a helikální tyčky; anoxygenní fototrofní bakterie; nefotosyntetické klouzavé bakterie; aerobní chemolitotrofní; fakultativně anaerobní tyčky; pučící a/nebo vytvářející přívěsky nefototrofní bakterie; aerobní/mikroaerofilní pohyblivé helikální či zakřivené bakterie; symbiotické a parazitické bakterie; klouzavé bakterie vytvářející plodnice; pochvaté bakterie; nepohyblivé nebo vzácně pohyblivé zakřivené bakterie
- buňky **vždy obsahují** peptidoglykan a lipopolysacharid

Třída *Alphaproteobacteria*

- **veliká** skupina, fenotypově **heterogenní** (fotoautotrofy, chemolitotrofy, chemoorganotrofy)
- řada zástupců **žije** ve fyto sféře, úloha ve vztahu rostlina – bakterie
- jiné jsou **saprofyty, symbionty** nebo **patogeny**
- v současnosti **obsahuje řády** *Caulobacterales*, *Kordiimonadales*, *Parvularculales*, *Rhizobiales*, *Rhodobacterales*, *Rhodospirillales*, *Rickettsiales* a *Sphingomonadales*.

Řád *Rhodospirillales*

- vytvořen na základě **fylogenetických analýz** sekvencí 16S rDNA
- v současnosti obsahuje **čeledě** *Rhodospirillaceae* a *Acetobacteraceae*
- řád je morfologicky, metabolicky a ekologicky velmi **rozmanitý**

Čeleď Rhodospirillaceae

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Rhodospirillales*.

- purpurové nesírné bakterie (fototrofní bakterie)
- rostou při fotoasimilaci jednoduchých organických látek
- schopné chemoheterotrofního růstu
- většinou patří do α - skupiny, pouze rod *Rhodocyclus* je v β -skupině
- osídlují vodu a sedimenty, široce rozšířené v přírodě
- většinou netvoří barevné květy typické pro purpurové sírné bakterie

Rody: *Rhodospirillum*, *Azospirillum*, *Deftuvicoccus*, *Inquilinus*, *Magnetospirillum*, *Phgaospirillum*, *Rhodocista*, *Rhodospira*, *Rhodovibrio*, *Roseospira*, *Skermanella*, *Thalassospira*, *Tistrella*

Rhodospirillum

- buňky šroubovitého tvaru, pohyblivé
- fotosyntetické membrány (vesikuly nebo lamely)
- fotosyntetickými pigmenty jsou bakteriochlorofyl *a* a karotenoidy
- rostou fotoheterotrofně, vyžadují růstové faktory

R. rubrum – mezofilní, sladkovodní

Azospirillum

- buclaté, mírně zakřivené nebo rovné tyčky
- intracelulární poly- β -hydroxybutyrátová granula
- mikroaerofilní, optimální teplota je 34 až 37 °C, pigmentující
- vyskytují se v půdě, ve spojení s kořeny obilovin, travin a luštěnin (nevyvolávají tvorbu kořenových hlízek)

A. lipoferum – růžové kolonie

Čeleď *Acetobacteraceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Rhodospirillales*.

- gramnegativní nebo gramvariabilní tyčky
- aerobní, schopny oxidovat etanol na kyselinu octovou
- morfologicky a fyziologicky velmi heterogenní skupina
- vyskytují se v cukrovarech, lihovarech a v řadě kvasných produktů

Rody: *Acetobacter*, *Acidiphilium*, *Acidisphaera*, *Acidocella*, *Acidomonas*, *Asaia*, *Craurococcus*, *Gluconacetobacter*, *Gluconobacter*, *Kozakia*, *Muricoccus*, *Paracraurococcus*, *Rhodopila*, *Rhodovarius*, *Roseococcus*, *Rubritepida*, *Saccharibacter*, *Stella*, *Swaminathania*, *Teichococcus*, *Zavarzinia*

Acetobacter

- elipsoidní, mírně zakřivené až rovné tyčky, pohyblivé nebo nepohyblivé
- oxidují etanol na kyselinu octovou; acetát či laktát - na CO₂ a H₂O
- chemoorganotrofní, optimální pH je 5,4 až 6,3
- vyskytují se na květech, ovocných plodech, v medu, v překvašených tekutinách a nápojích, v zahradní půdě a ve vodě

A. aceti – využívá etanol jako zdroj uhlíku

Asaia

- tvar tyček, peritrichální bičíky
- netvoří kyselinu z etanolu, slabě oxidují acetát a laktát na CO₂ a vodu
- produkují 2-keto-glukonát a 5-keto-glukonát; ne 2,5-diketo-glukonát
- izolovány z rostlinného materiálu, ojedinele ze sputa

Gluconacetobacter

- buňky elipsoidní až tvaru tyček, rovné nebo mírně zakřivené
- obligátně aerobní, metabolismus striktně respiratorní
- nejlepšími zdroji uhlíku jsou etanol, glukóza a acetát
- vyskytují se v octu, nápoji kombucha, cukrové třtině, moučných červech, květinách a ovoci (infekce nápojů včetně lihovin)

G. liquefaciens – původně acetobakter, tvoří 2-keto-, 2,5-diketo-, občas i 5-ketoglukonovou kyselinu z glukózy

Gluconobacter

- buňky elipsoidní až tyčkovité, gramnegativní, občas gramvariabilní
- obligátně aerobní, striktně respiratorní typ metabolismu
- chemoorganotrofní, oxidují etanol na kyselinu octovou
- z glukózy produkují všechny kmeny kyselinu 2-ketoglukonovou
- výskyt v květech, zahradní půdě, medu, ovoci, kvasných nápojích
- upřednostňují prostředí obohacené cukrem

G. oxydans – produkují 2-ketoglukonovou kyselinu, 5-ketoglukonovou kyselinu a 2,5-diketoglukonovou kyselinu; má několik poddruhů

Řád *Rickettsiales*

- tyčkovité, kokovité, často pleomorfní mikroorganismy
- množí se pouze uvnitř hostitelské buňky
- parazitické nebo mutualistické; parazitické formy jsou svázané s retikuloendoteliálními a endotelovými cévními buňkami nebo erytrocyty obratlovců a často s různými orgány členovců (vektor nebo i primární hostitel)
- původci onemocnění člověka nebo jiných obratlovců a bezobratlých
- mutualistické formy u hmyzu jsou nezbytné pro vývoj a rozmnožování

Čeleď *Rickettsiaceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Rickettsiales*.

- malé, tyčkovité, kokovité a diplokokovité pleomorfní organismy
- těsně svázané s tkáněmi členovců (vnitrobuněčná úroveň)
- vazba na buňky obratlovců s jádrem (ne na erytrocyty)
- parazitické pro člověka a obratlovce, onemocnění přenášena členovci

Rody: *Rickettsia*, *Orientia*

Rickettsia

- krátké gramnegativní nepohyblivé tyčky
- obligátně intracelulární, zůstávají volně v cytoplazmě buněk eukaryotického hostitele
- gramnegativní (vnitřní membrána, peptidoglykanová vrstva, vnější membrána; často převrstveny proteinovou vrstvou a vrstvou slizu)
- výskyt v přírodě je svázan s členovci
- etiologickým agens onemocnění člověka, děleny do několika skupin:
 - skupina tyfu: např. *R. prowazekii* – původce onemocnění, skvrny nejdříve na trupu; *R. typhi* – celosvětově rozšířená
 - skupina skvrnitého tyfu (druhově bohatá skupina): *R. rickettsii* – patogenní, skvrny nejdříve na končetinách a až potom na trupu
 - horečka cucugamuši – nejedná se o rickettsii, ale o *Orientia tsutsugamushi* (původně řazena mezi rickettsie)

Orientia

- krátké gramnegativní tyčky, obligátně intracelulární, rostou volně v cytosolu
- transovariální přenos roztočích; přenos migrujícími ptáky
- etiologické agens horečky cucugamuši u lidí

O. tsutsugamushi – patogenní, původně řazena mezi rickettsie

Čeleď Anaplasmataceae

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Rickettsiales*.

- nekultivovatelné na bezbuněčném médiu, obligátně parazitické
- zjištěné v/na erythrocytech, retikuloendoteliálních buňkách, v plazmě
- morfologicky připomínají rikétsie; přenášeny členovci
- celosvětově rozšířené, patogenní pro různé savce

Rody: *Anaplasma*, *Aegyptianella*, *Cowdria*, *Ehrlichia*, *Neorickettsia*, *Wolbachia*, *Xenohaliotis*

Anaplasma

- malé pleomorfní buňky ve vakuolách v cytoplasmě
- gramnegativní a nepohyblivé
- v krevním roztěru se jeví v erythrocytech jako kulaté inkluze
- morfologicky je obtížné odlišení
- obligátně parazitické pro býložravce, vektorem jsou klíšťata
- způsobují onemocnění psovitých, lidí a přežvýkavců

A. marginale – původce bovinní anaplasmózy

Cowdria

- malé, pleomorfní organizmy vyskytující se intracytoplazmaticky
- lokalizace uvnitř vakuol v cytoplasmě cévních endoteliálních buněk přežvýkavců a v buňkách kostní dřene
- vektorem je klíště, nepřenáší se transovariálně
- onemocnění domácího dobytka

C. ruminantium - patogen

Ehrlichia

- malé pleomorfní buňky vyskytující se uvnitř vakuol v cytoplasmě
- složení buněčné stěny zatím neobjasněné
- napadají v hostiteli retikuloendoteliální buňky (ne erythrocyty)
- etiologické agens onemocnění zvířat a člověka.

E. canis – onemocnění psů

Neorickettsia

- malé pleomorfní intracytoplazmatické organizmy
- vyskytují se zejména v retikulárních buňkách lymfoidních tkání
- hostitelem i vektorem jsou motolice zjištěné u plžů
- patogenní pro psovitě, koně a napadají také člověka

N. helminthoeca – patogenní pro psovitě, cyklus zahrnuje lososovitě

N. sennetsu – původce horečnatého onemocnění člověka

Řád *Rhodobacterales*

- řád vyčleněn na základě fylogenetických analýz sekvencí 16S rDNA
- obsahuje čeleď *Rhodobacteraceae*, charakteristika řádu shodná s čeledí
- fototrofní zástupci mohou obsahovat reakční centra
- organotrofné (heterotrofní nebo methylotrófní)

Čeleď *Rhodobacteraceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Rhodobacterales*.

- fenotypově, metabolicky a ekologicky velmi rozmanitá
- fotoheterotrofy, chemoorganotrofy, fakultativní metylotrófy, denitrifikující, prostékaté
- vodní organizmy, počtem rodů to je bohatá čeleď

Rody: *Rhodobacter*, *Ahrensia*, *Albidovulum*, *Amaricoccus*, *Antarctobacter*, *Catellibacterium*, *Dinoroseobacter*, *Gemmobacter*, *Jannaschia*, *Ketogulonicigenium*, *Leisingera*, *Loktanella*, *Methylarcula*, *Nereida*, *Oceanibulbus*, *Oceanicola*, *Octadecabacter*, *Palleronia*, *Pannonibacter*, ***Paracoccus***, *Pseudorhodobacter*, *Pseudovibrio*, *Rhodobaca*, *Rhodothalassium*, *Rhodovulum*, *Roseibium*, *Roseicyclus*, *Roseinatronobacter*, *Roseisalinus*, *Roseivivax*, *Roseobacter*, *Roseovarius*, *Rubrimonas*, *Ruegeria*, *Sagittula*, *Silicibacter*, *Salipiger*, *Staleyia*, *Stappia*, *Sulfitobacter*, *Thalassobacter*, *Thalassobius*, *Thioclava*, *Woodsholea*

Rhodobacter

- buňky ovoidní až tyčkovitého tvaru, někdy řetízky
- mohou tvořit pouzdra a sliz
- vesikuly, bakteriochlorofyl *a* a karotenoidy
- růst je fotoheterotrofní; rostou i chemoheterotrofně (fotoautotrofně)
- původně řazen do čeledi *Rhodospirillaceae*

R. capsulatus – mezofilní, sladkovodní vody (sníženou koncentrací O₂)

Paracoccus

- sférické koky, krátké tyčky, granula poly- β -hydroxybutyrátu
- aerobní se striktně respiratorním typem metabolismu
- některé rostou autotrofně, jiné heterotrofně (chemolitoautotrofní)
- do tohoto rodu byli přeřazeni zástupci rodu „*Thiosphaera*“
- vyskytují se v půdě a v solných roztocích

P. denitrificans

Řád *Sphingomonadales*

- tvar tyček, ovoidní nebo pleomorfní, pohyblivé nebo nepohyblivé
- reprodukce příčným dělením, tvorbou pupenů
- obsahuje glukuronosylceramid a kyselinu 2-hydroxytetradekanovou v buněčné stěně
- aerobní, chemoheterotrofní, některé fakultativně fototrofní
- nacházejí se v prostředí, široce rozšířené; dvě čeledě

Čeď *Sphingomonadaceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Sphingomonadales*.

- heterogenní čeď; kolonie jsou zbarvené
- další charakteristika je shodná s popisem řádu

Rody: *Sphingomonas*, *Blastomonas*, *Erythromonas*, *Novosphingobium*, *Rhizomonas*, *Sandaracinobacter*, *Sphingobium*, *Sphingopyxis*, *Zymomonas*

Sphingomonas

- gramnegativní rovné, mírně zakřivené tyčky
- reprodukce příčným dělením, dva druhy pučením
- striktně aerobní metabolismus, kolonie žlutě pigmentované
- lipidy buněčné stěny obsahují sfingoglykolipidy
- široce rozšířené v prostředí, některé oportunně patogenní

S. paucimobilis – prostředí, klinický materiál

Rhizomonas

- gramnegativní rovné, mírně zakřivené tyčky
- akumulují poly- β -hydroxybutyrátová granula
- kolonie jsou bílé nebo nažloutlé
- fytopatogenní

Zymomonas

- gramnegativní tyčky se zakulacenými konci, nepohyblivé
- fakultativně anaerobní, chemoorganotrofní
- tolerují až 5% etanolu, jsou acidotolerantní
- původci kažení piva, moštu; fermentační činitel u nápojů

Z. mobilis – růst 7 dnů, má dva poddruhy

Čeď Erythrobacteraceae

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Sphingomonadales*.

- gramnegativní nesporulující tyčky, pohyblivé i nepohyblivé
- chemoorganotrofní, obsahují bakteriochlorofyl *a* a karotenoidy
- nacházejí se ve sladkovodním prostředí
- čeď vznikla vyčleněním tří rodů z čeďe *Sphingomonadaceae*

Rody: *Erythrobacter*, *Erythromicrobium*, *Porphyrobacter*

Erythrobacter

- buňky ovoidní až tyčkovité, pohyblivé pomocí subpolárních bičků
- oranžově nebo růžově zbarvené vlivem karotenoidních pigmentů
- obsahují bakteriochlorofyl *a* a karotenoidy
- aerobní a chemoheterotrofní (nerostou anaerobně na světle – odlišuje je to od fototrofních nesírných bakterií)
- vyskytují se v mořském prostředí (chaluhy)

Řád *Caulobacterales*

- řád ustanoven na základě sekvencování genu pro 16S rRNA
- skládá se ze dvou čeledí, charakteristika shodná s *Caulobacteraceae*

Čeď *Caulobacteraceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Caulobacterales*.

- gramnegativní, s rozmanitou buněčnou morfológií
- mohou tvořit prostéky, netvoří pupeny
- oligotrofní a chemoorganotrofní, striktně aerobní

Rody: *Caulobacter*, *Asticcacaulis*, *Brevundimonas*, *Phenylobacterium*

Caulobacter

- tyčky, zakřivené tyčky nebo vřetenovitý tvar
- asymetrické příčné dělení (mladší pól nese bičík, starší část prostéku)
- původně řazen dle buněčné morfológie mezi prostékaté bakterie
- heterotrofní a oligotrofní, striktně aerobní
- všudypřítomné ve sladkých vodách a půdě

Brevundimonas

- gramnegativní tyčky (někdy vibrioidní), mohou tvořit prostéky
- asymetrické buněčné dělení
- aerobní, karotenoidní pigment, chemoorganotrofní, oligotrofní
- charakteristické mastné kyseliny, polární lipidy, menachinony
- výskyt ve vodě, půdě a v klinickém materiálu

B. diminuta – nepigmentující; voda a klinický materiál

Phenylobacterium

- gramnegativní rovné, mírně zakřivené tyčky, kokotyčky až koky
- mohou tvořit rozety, stará kultura pleomorfní
- produkuje zelenožlutý, žlutozelený pigment
- chemoorganotrofní, vysoce nutričně náročné
- zdrojem je půda a voda

Čeď *Hyphomonadaceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Caulobacterales*.

- gramnegativní tyčky, pohyblivé, chemoorganotrofní
- izolovány především z mořské vody
- čeď vznikla vyčleněním čtyř rodů z čeďe *Caulobacteraceae*

Rody: *Hyphomonas*, *Hirschia*, *Maricaulis*, *Oceanicaulis*

Hyphomonas

- oválné buňky, tvar tyček, polární prostéky
- pupeny produkovány na špičce prostéky, jsou pohyblivé
- aerobní, chemoorganotrofní, vyžadují aminokyseliny
- osídľují ponořené povrchy substrátů v mořských vodách

Řád *Rhizobiales*

- fenotypově heterogenní seskupení G- bakterií
- sekvencování genu pro 16S rRNA, celkem 13 čeledí

Čeď Rhizobiaceae

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Rhizobiales*.

- heterogenní uspořádání aerobních G- tyček
- vychází výhradně z výsledků sekvencování genu pro 16S rRNA
- nachází se ve spojitosti s rostlinami a půdou

Rody: *Rhizobium*, *Agrobacterium*, *Allorhizobium*, *Carbophilus*, *Chelatobacter*, *Ensifer*, *Sinorhizobium*

Rhizobium

- gramnegativní pleomorfní tyčky, pohyblivé, poly- β -hydroxybutyrát
- aerobní, chemoorganotrofní, extrabuněčný polysacharidový sliz
- schopnost napadat kořenné vlásečnice luštěnin, podněcují tvorbu kořenových hlízek - intracelulární symbionti (specifita k hostiteli)
- fixace atmosférického N_2 , mimo hlízky nejsou schopny vázat N_2

R. leguminosarum – má několik biovarů

Agrobacterium

- gramnegativní tyčky, pohyblivé (peritrich)
- aerobní, nepigmentované, produkce slizu (pouzdra)
- chemoorganotrofní, napadají poraněná rostlinná pletiva
- tvorba tumorů je vázána na přítomnost Ti-plazmidu
- běžné půdní bakterie, některé z humánního klinického materiálu

A. tumefaciens – fytopatogenní, několik biovarů

A. radiobacter – nefytopatogenní, ojediněle klinický materiál

Čeľad' Bartonellaceae

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Rhizobiales*.

- gramnegativní, pleomorfní tvar, paraziti erytrocytů (obratlovci)
- množí se uvnitř hostitelské buňky, přenos členovci
- bartonelóza, grahamelóza
- původně byly řazeny do čeledě *Bartonellaceae* řádu *Rickettsiales*

Rod: *Bartonella*

Bartonella

- slabě gramnegativní, malé, mírně zakřivené tyčky
- v krevním roztěru - zakulacené nebo elipsoidní tvary, či tyčky, charakteristický je výskyt v řetězcích
- aerobní, vysoce kultivačně náročné
- cyklus zahrnuje obratlovce i bezobratlé jako hostitele
- jsou uvnitř cytoplazmy endoteliálních buněk, členovci jsou vektor
- etiologické agens lidské bartonelózy, celosvětové rozšíření
- patogenní pro zvířata (grahamelóza)

B. bacilliformis – patogenní

B. quintana – původně „*Rochalimaea quintana*“

Čeľad' Brucellaceae

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Rhizobiales*.

- sekvence genu pro 16S rRNA
- čeľad' obsahuje v současnosti celkem tři rody
- patogenní zástupci i půdní organizmy

Rody: *Brucella*, *Mycoplana*, *Ochrobactrum*

Brucella

- gramnegativní koky, kokotyčky, krátké tyčky, nepohyblivé
- aerobní, vyžadují k růstu CO₂
- chemoorganotrofní, komplexní medium (sérum, krev)
- intracelulární paraziti savců, onemocnění je přenosné

B. melitensis – patogenní; jednodruhový rod???

Ochrobactrum

- gramnegativní tyčky se zakulacenými konci, pohyblivé
- aerobní, nepigmentované, chemoorganotrofní
- nacházejí se v humánním klinickém materiálu a v prostředí

O. anthropi – rozmanitý humánní klinický materiál

Čeď Phyllobacteriaceae

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Rhizobiales*.

- tvar tyček, ovoidní nebo ledvinovité, pohyblivé
- fylogeneticky příbuzné X odlišují se habitatem, interakcemi, chemotaxonomicky
- uzliny na listech, rhizosféra rostlin včetně kořenových hlízek

Rody: *Phyllobacterium*, *Aminobacter*, *Aquamicrobium*, *Defluviobacter*, *Hoeflea*, *Mesorhizobium*, *Nitratireductor*, *Pseudaminobacter*

Phyllobacterium

- gramnegativní rovné tyčky, pohyblivé
- aerobní, chemoorganotrofní
- vyskytují se v tropických oblastech v uzlinách na listech

Aminobacter

- gramnegativní tyčky se zakulacenými konci, pohyblivé
- reprodukují se pučením, granula kyseliny poly- β -hydroxybutyrové
- využívají monomethylamin, trimethylamin, ne methanol, methan, vodík
- původně pseudomonády; výskyt v prostředí

A. aminovorans – půda obsahující různé aminy

Čeď Beijerinckiaceae

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Rhizobiales*.

- studium sekvencí 16S rDNA, čeď obsahuje čtyři rody
- aerobní, poly- β -hydroxybutyrát, metabolicky i ekologicky odlišní
- výskyt v půdě (*Beijerinckia*), ve vodách (*Chelatococcus*) a v kyselých rašeliništích a močálech (*Methylocapsa*, *Methylocella*)

Rody: *Beijerinckia*, *Chelatococcus*, *Methylocapsa*, *Methylocella*

Beijerinckia

- rovné, mírně zakřivené gramnegativní tyčky, poly- β -hydroxybutyrát
- cysty, kapsuly (kolonie mukózní - sliz)
- aerobní, fixují molekulární dusík
- vyskytují se v půdě (v tropických oblastech)

B. indica – široce rozšířená v kyselých půdách

Čeled' *Bradyrhizobiaceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Rhizobiales*.

- krátké gramnegativní tyčky, později pleomorfní, obsahují poly- β -hydroxybutyrátová zrna, nesporulující, pohyblivé
- aerobní, acidotolerantní, chemoorganotrofní (chemolitotrofní)
- schopnost iniciovat tvorbu kořenových hlízek
- intracelulární N_2 fixující symbionti (fixace N_2 i mimo kořenové hlízky)
- vyskytují se v kořenových hlízkách a v půdě

Rody: *Bradyrhizobium*, *Afipia*, *Agromonas*, *Blastobacter*, *Balneimonas*, *Bosea*, *Nitrobacter*, *Oligotropha*, *Rhodoblastus*, *Rhodopseudomonas*

Bradyrhizobium

- gramnegativní pleomorfní tyčky, pohyblivé, poly- β -hydroxybutyrát
- aerobní, pigmentované, chemoorganotrofní, produkce slizu
- schopnost průniku do kořínků luštěnin, tvorba kořenových hlízek
- intracelulární symbionti (specifita k hostiteli)
- fixace atmosférického N_2 , některé schopny fixovat N_2 mimo hlízky

Afipia

- gramnegativní tyčky, pohyblivé
- rod obsahuje několik druhů i genomospecies
- izolovány z pitné vody a humánního klinického materiálu

A. felis – považovaná za etiologické agens „nemoci kočičího škrábnutí“

Agromonas

- zakřivené, větvené, pupeny vytvářející gramnegativní buňky, pohyblivé
- schopné fixovat atmosférický dusík při nízké úrovni O_2
- oligotrofní (méně než 1 mg zdroje organického uhlíku na litr)
- rozklad organického materiálu v půdě

Nitrobacter

- buňky hruškovitého tvaru, tyčkovité nebo pleomorfní
- reprodukují se pučením
- fakultativně litoautotrofní (zdrojem energie je nitrit = nitrit oxidující bakterie), CO_2 je vázán přes Calvinův cyklus
- obsahují karboxyzómy, granula poly- β -hydroxybutyrátu a polyfosfáty
- mixotrofní růst, chemoorganotrofní růst je pomalý
- půda, mořské prostředí i sladká voda, odpadní kal, kompost

Čeď Hyphomicrobiaceae

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Rhizobiales*.

- analýza sekvencí 16S rDNA
- morfologicky, metabolicky a ekologicky rozdílné
- vytváří hyfy nebo prostéky a mnoho se jich reprodukuje pučením
- fotosyntetické, metylotrofní, chemolitoautotrofní, chemoheterotrofní

Rody: *Hyphomicrobium*, *Ancalomicrobium*, *Angulomicrobium*, *Aquabacter*, *Blastochloris*, *Devosia*, *Dichotomicrobium*, *Filomicrobium*, ***Gemmiger***, *Kaistia*, *Methylorhabdus*, *Pedomicrobium*, *Prosthecomicrobium*, *Rhodomicrobium*, *Rhodoplanes*, *Seliberia*

Hyphomicrobium

- tyčkovité, oválné nebo tvaru fazole, polární prostéky (i větvené)
- reprodukce pučením na špičce prostéky, pupeny pohyblivé
- aerobní, chemoorganotrofní, metylotrofní, oligokarbofilní
- půda, sladká voda; původně prostékaté bakterie

H. vulgare – tvoří prostéky, vyskytuje se v půdě

Ancalomicrobium

- kuželovité buňky produkující dvě až osm (či více) prosték
- prostéky větvené, nemají reprodukční funkci, umístěny prostorově
- fakultativně anaerobní, chemoorganotrofní, plynné vakuoly
- sladkovodní prostředí; původně řazené mezi prostékaté bakterie

Gemmiger

- ovoidní, dělí se pučením, nepohyblivé, mohou tvořit řetízky
- obligátně anaerobní, heterotrofní, produkují butyrát, laktát, formiát
- nachází se v bachorové tekutině, ve stolici u člověka a kuřat

Pedomicrobium

- oválné nebo sférické buňky, 5 nebo více prosték
- pupeny se tvoří na špičkách prosték, vyztřelé mohou být pohyblivé
- oxidy železa nebo manganu jsou ukládány v buňkách a hyfách
- aerobní, chemoorganotrofní, oligokarbofilní
- vyskytují se v půdě a vodním prostředí; původně prostékaté bakterie

Prosthecomicrobium

- kokotyčky až tyčky, obsahující mnoho prosték
- prostéky krátké, nemají reprodukční funkci, umístěny prostorově
- množí se pučením přímo z mateřské buňky
- obligátně aerobní, nefermentující, heterotrofní
- půda, sladká i mořská voda; původně řazené mezi prostékaté bakterie.

Čeľad' *Xanthobacteraceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Rhizobiales*.

- gramnegativní nesporulující tyčky, pohyblivé i nepohyblivé
- chemoorganotrofní, aerobní, někteří fixují N₂
- kořeny a stonky rostlin, sladká voda, jezerní sedimenty
- čeľad' vznikla vyčleněním z čeledě *Hyphomicrobiaceae*

Rody: *Xanthobacter*, *Ancylobacter*, *Azorhizobium*, *Labrys*, *Starkeya*

Xanthobacter

- tyčky, barví se grampozitivně nebo gramvariabilně, nepohyblivé nebo pohyblivé; poly- β -hydroxybutyrátová kyselina
- aerobní, kolonie mohou být mukózní a žluté
- mohou růst chemolitoautotrofně stejně jako chemoorganotrofně
- schopnost fixace atmosférického dusíku
- ve vlhkých půdách (rozkládající se organický materiál) a ve vodách

X. autotrophicus – široce rozšířen v přírodě (půda, voda, bahno)

Ancylobacter

- (synonymum „*Microcyclopus*“), gramnegativní zakřivené tlustší tyčky, tvořící kroužky (nevytvářející smyčky, šroubovice ani vláknité formy)
- buňky opouzdřené, některé produkují plynné vakuoly
- obligátně aerobní, chemoorganotrofní, fakultativně methylotrófní
- vyskytují se v půdě a sladkovodním prostředí

Azorhizobium

- gramnegativní tyčky, pohyblivé
- obligátně aerobní, dusík fixují za mikroaerobních podmínek
- hlízky vytváří na kořenech a stoncích rostlin

A. caulinodans – k růstu vyžadují kyselinu nikotinovou

Čeľad' *Methylobacteriaceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Proteobacteria*, třída *Alphaproteobacteria*, řád *Rhizobiales*.

- analýza sekvencí 16S rDNA
- chemoorganotrofní, fakultativně metylotrofní
- růžově zbarvené kolonie
- běžné v prostředí, příležitostně i v humánním klinickém materiálu

Rody: *Methylobacterium*, *Microvirga*, *Protomonas*, *Roseomonas*

Methylobacterium

- gramnegativní nebo gramvariabilní tyčky, pleomorfní, někdy se větví, pohyblivé
- obsahují inkluze poly- β -hydroxybutyrátu a volutinová granula
- kolonie světle růžové až jasně oranžovočervené, pigment je karotenoidní
- aerobní, chemoorganotrofní, fakultativně metylotrofní i methanotrofní
- vyskytují se v půdě, prachu, sladké vodě, jezerních sedimentech, na listech, rýžových zrnech, potravinách a v nemocničním prostředí

M. mesophilicum – původně pseudomonáda; prostředí i klinický materiál

M. organophilum – využívají metan jako zdroj uhlíku a energie

Roseomonas

- gramnegativní koky, kokotyčky, krátké tyčky
- aerobní, produkují světle růžový pigment
- izolovány v souvislosti s humánními infekcemi (druhotný nebo oportunní patogen, často ve směsné kultuře)

R. gilardii – oportunní infekce člověka, přirozený rezervoár neznámý